

SiGe(111)上への β -FeSi₂ エピタキシャル成長とひずみの評価

Investigation of strain in β -FeSi₂ epitaxial films grown on SiGe(111)

鹿児島大理工, [○]H. Tsukamoto, S. Soubaru, H. Yamaguchi, S. Ogata, T. Hattori, T. Higashi, Y. Terai

Kagoshima Univ., [○]H. Tsukamoto, S. Soubaru, H. Yamaguchi, S. Ogata, T. Hattori, T. Higashi, Y. Terai

E-mail: K3559969@kadai.jp

【はじめに】 これまで我々は、Si基板上に作製した β -FeSi₂エピタキシャル膜において、 β -FeSi₂/Siヘテロ界面で導入されるひずみにより β -FeSi₂の直接遷移エネルギー(E_g)が減少することを明らかにしてきた[1]。しかし、そのひずみ量は小さく、 β -FeSi₂のバンド構造の直接遷移化には至っていない。よって直接遷移化のために、 β -FeSi₂へより大きなひずみを導入する技術の構築が必要である。そこで、本研究では β -FeSi₂/Si(111)より格子不整合率が大きい β -FeSi₂/SiGe(111)ヘテロ界面に着目し、格子不整合系 SiGe(111)上への β -FeSi₂エピタキシャル成長を試みたので報告する。

【実験方法】 MBE法によりSi(111)基板上へ約200 nmのSi_{1-x}Ge_x(111)層をエピタキシャル成長し、その上にFe, Siの同時供給により約70 nmの β -FeSi₂を成長させた。その際、Geセル温度を0 ($x = 0$), 1195, 1215, 1235°Cと変化させ、Ge濃度の異なるSiGe上へ β -FeSi₂を成長させた。作製後、高分解能XRD測定により下地SiGeと β -FeSi₂の構造評価、およびラマン測定により、SiGe層のGe濃度の見積もりと β -FeSi₂層へのひずみ導入効果を検証した。

【結果】 Fig. 1に、 β -FeSi₂/SiGeにおけるXRDパターンを示す。Geセル温度の増加に伴いSiGe(111)ピークが低角側へシフトしており、面直方向の格子定数が増加していることが確認された。SiGe層が完全に格子緩和していると仮定してGe濃度を見積もったところ、各Geセル温度でのGe濃度は $x = 0, 22, 28, 32\%$ となった。また、 β -FeSi₂(220)(202)ピークが観測されていることから、SiGe(111)上の β -FeSi₂エピタキシャル成長が確認された。これらの試料で測定したFeのAgモードに起因したラマンスペクトルをFig. 2に示す。FeのAgモードは格子ひずみの大きさに対応してシフトするが[2]、Fig. 2ではGe濃度に対応した有意なシフトは見られなかった。一方、SiGe層からのSi-Siラマンピーク位置(510 cm⁻¹付近)からGe濃度を見積もると、 $x = 0, 5, 12, 18\%$ となり、XRDから見積もった値と大きく異なっていた。Si(111)上のSiGeはひずみ緩和しにくいことから、現状のSiGeでは面内方向の格子定数が増加していない可能性がある。そのため、ヘテロ界面での格子不整合率が変化せず、Ge濃度に依存した β -FeSi₂層へひずみ導入効果が確認されなかったと考えられる。今後、ひずみ緩和SiGe(111)の作製条件を探索し、格子不整合系 β -FeSi₂/SiGe(111)ヘテロ界面におけるひずみ導入効果について検証する。

[1] Y. Terai, *et al.* Thin Solid Films **519**, 8468 (2011).

[2] K. Lefki, *et al.* Solid State Comm. **80**, 791 (1991).

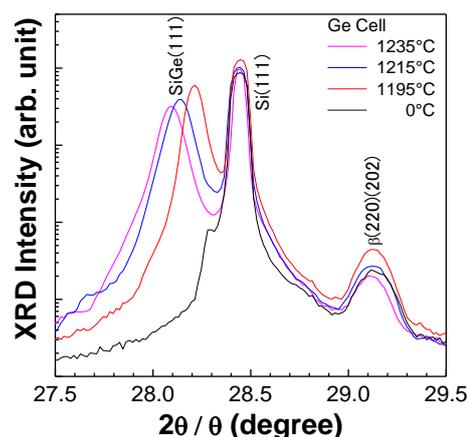


Fig 1. XRD pattern in β -FeSi₂/SiGe.

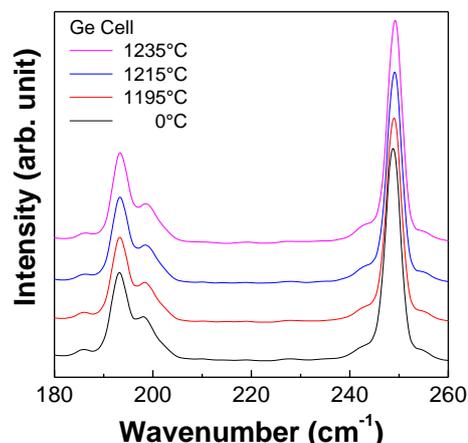


Fig 2. Raman spectra of β -FeSi₂/SiGe.